

Tema 12.- Introducción a las técnicas de espectroscopia óptica

- 1. Introducción.**
- 2. La radiación electromagnética (rem): propiedades y magnitudes características.**
- 3. El espectro electromagnético.**
- 4. Interacción de la rem con la materia: Origen de los espectros.**
- 5. Espectros de absorción y de emisión.**
- 6. Instrumentación en espectroscopia óptica.**
- 7. Clasificación de las técnicas de espectroscopia óptica.**

Fundamento

MÉTODOS ÓPTICOS

Son todos aquellos que miden la radiación electromagnética (rem) que emana de la materia o que interacciona con ella.

CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS ÓPTICOS

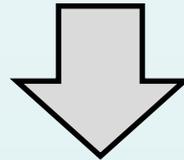
Métodos ópticos espectroscópicos: La interacción de la rem con la materia produce transiciones entre los distintos niveles energéticos atómicos o moleculares.

Métodos ópticos no espectroscópicos: La interacción de la rem con la materia produce como resultado un cambio en la dirección o en las propiedades físicas de la radiación.

La radiación electromagnética (rem): propiedades y magnitudes características

RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA:

La **radiación electromagnética (rem)** es una forma de energía que puede propagarse o viajar a través del vacío (es decir, a diferencia de otras formas de energía no necesita un medio material para transmitirse). Aunque también puede propagarse por medios materiales como el aire, el agua u otros, es en el vacío donde la radiación electromagnética viaja con mayor eficiencia y velocidad. La velocidad en el vacío de la radiación electromagnética es de $299.792.458 \text{ m s}^{-1}$ y se representa con la letra c



**La propagación de energía a través del espacio
sin soporte de materia**

MAXWELL



James Clerk Maxwell, 1831-1879

- Físico escocés
- A los 16 años ingresó en la Universidad de Edimburgo y luego pasó a la Universidad de Cambridge
- Profesor de filosofía natural en el King's College de Londres
- Treatise on Electricity and Magnetism (1873), introduce el concepto de onda electromagnética, que permite una descripción matemática adecuada de la interacción entre electricidad y magnetismo



James Clerk Maxwell, 1831-1879



Louis De Broglie, 1892-1987
Premio Nobel de Física en 1929

1873



51 años

1924

Dualidad onda-partícula

LOS OBJETOS SUBATÓMICOS
«VIAJAN» COMO ONDAS Y
«LLEGAN» COMO PARTÍCULAS

Príncipe **Louis-Victor Pierre Raymond de Broglie** séptimo duque de **Broglie**, y par de Francia, fue un físico francés.

La radiación electromagnética (rem): propiedades y magnitudes características

RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA:

Ondas electromagnéticas

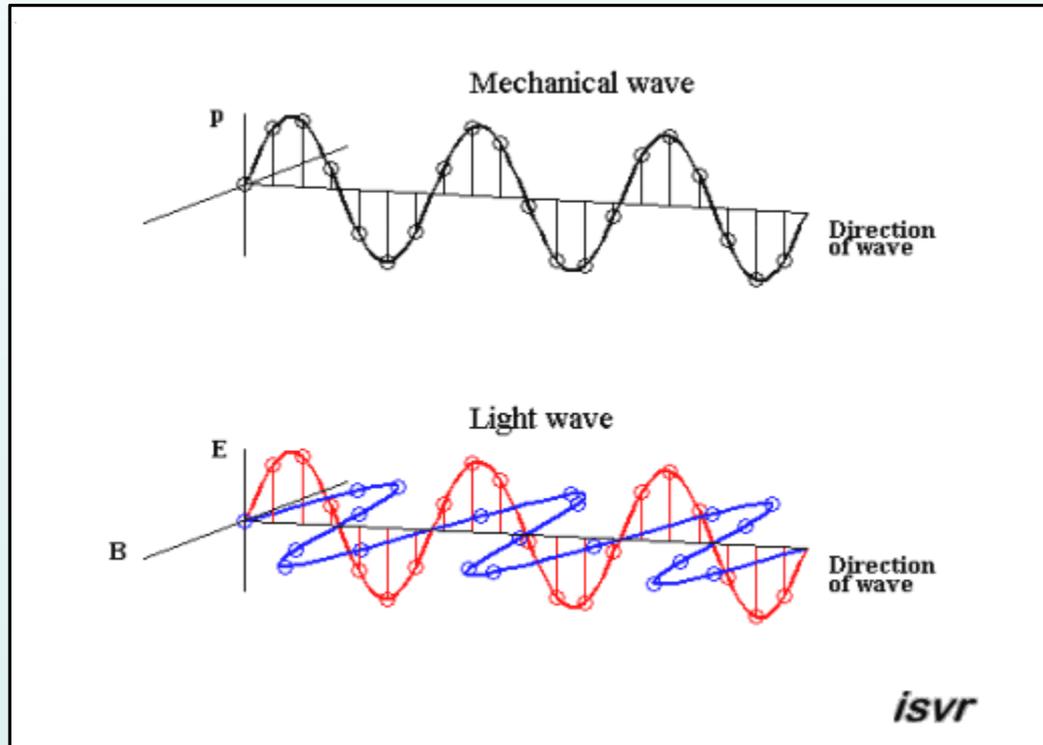
Las **ondas** son movimientos o modificaciones (perturbaciones) oscilatorias (de vaivén) de alguna magnitud que se propagan en una determinada dirección.

En las ondas electromagnéticas varían dos cosas: la **fuerza eléctrica** y la **fuerza magnética** que acompañan al fotón. Conforme la onda avanza, estas fuerzas experimentan subidas y bajadas de su intensidad que se suceden de forma alternativa, dando lugar a la formación de la **onda electromagnética**. Además, la fuerza o campo eléctrico y la fuerza o campo magnético se orientan en planos perpendiculares por lo que una onda electromagnética se suele representar, en realidad, como dos ondas perpendiculares sincronizadas (una para el campo eléctrico y otra para el campo magnético).

La radiación electromagnética (rem): propiedades y magnitudes características

RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA:

Ondas electromagnéticas



UNA GIRA POR EL ESPECTRO
ELECTROMAGNÉTICO.

https://youtu.be/X04xVB_X0Sw

La radiación electromagnética (rem): propiedades y magnitudes características

RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA:

MAGNITUDES CARACTERÍSTICAS

- La rem tiene propiedades de onda que es caracterizada por su frecuencia (o longitud de onda)

Frecuencia, ν	$\nu = V_i / \lambda_i$	Longitud de onda, λ_i	$\lambda_i = V_i / \nu$
-------------------------------------	-------------------------	---	-------------------------

Velocidad de propagación, V_i	$V_i = \nu \lambda_i$
---	-----------------------

Número de onda, $\bar{\nu}_i$	$\bar{\nu}_i = 1 / \lambda_i$
---	-------------------------------

- La luz tiene también tiene propiedades de partículas. La partículas de la luz son fotones. Su energía, E , se relaciona con la frecuencia, ν , como

Energía, E

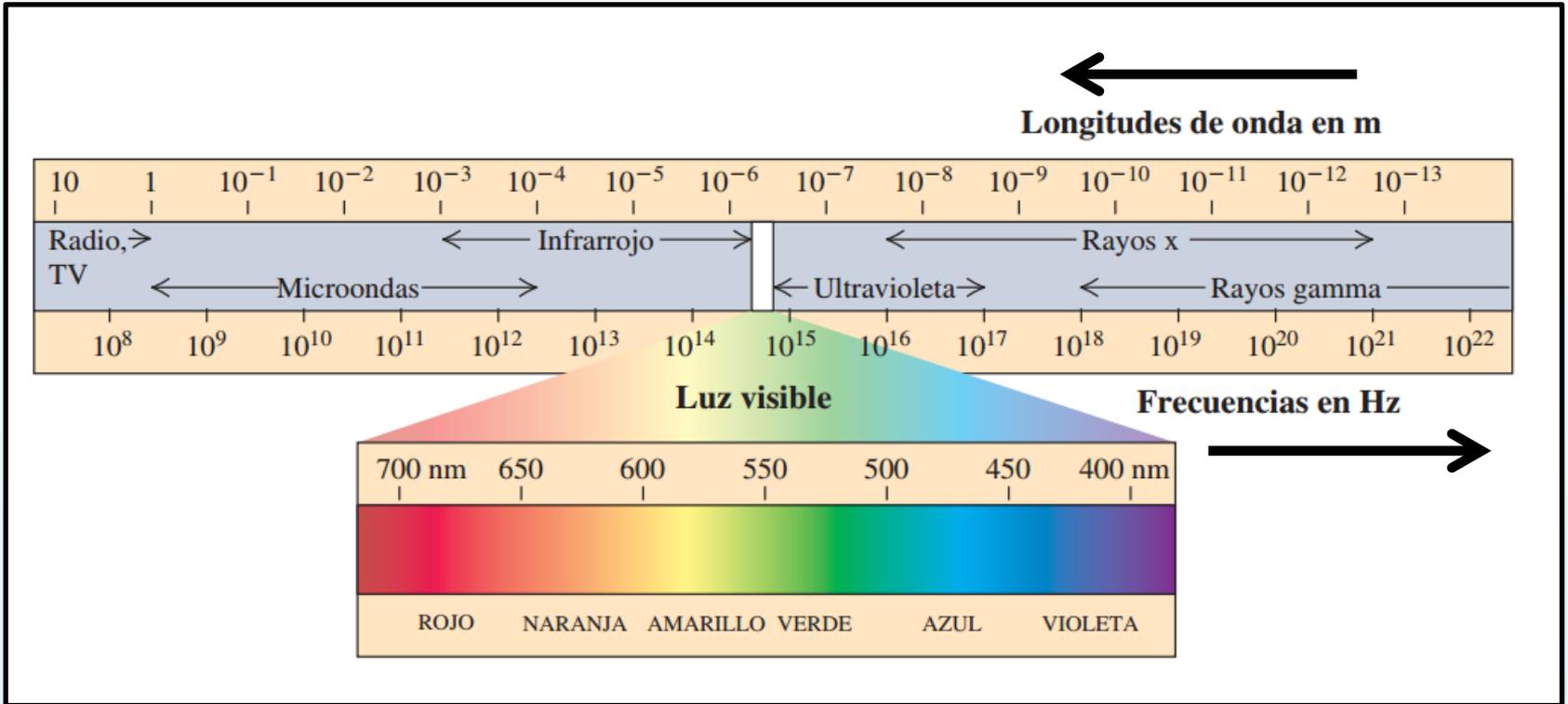
$$E = h \nu$$

constante de Planck

Tema 12.- Introducción a las técnicas de espectroscopia óptica

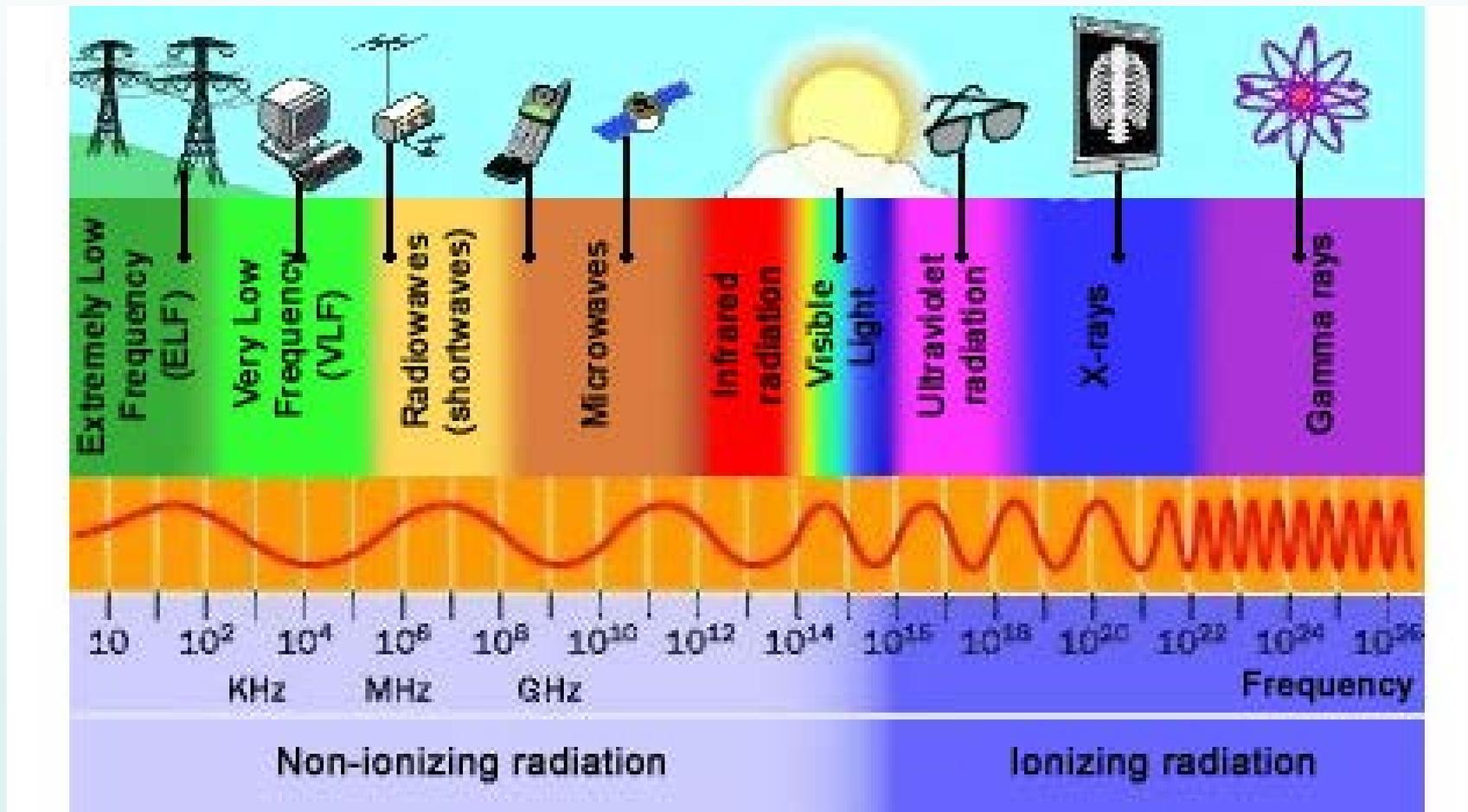
- 1. Fundamento.**
- 2. La radiación electromagnética (rem): propiedades y magnitudes características.**
- 3. El espectro electromagnético.**
- 4. Interacción de la rem con la materia: Origen de los espectros.**
- 5. Espectros de absorción y de emisión.**
- 6. Instrumentación en espectroscopia óptica.**
- 7. Clasificación de las técnicas de espectroscopia óptica.**

El espectro electromagnético



menor λ \longleftrightarrow mayor ν \longleftrightarrow mayor E

El espectro electromagnético



El espectro electromagnético

Exposición a la radiación ionizante.

La **exposición interna** se produce cuando un radionúclido es inhalado, ingerido o entra de algún otro modo en el torrente sanguíneo (por ejemplo, inyecciones o heridas). La exposición interna cesa cuando el radionúclido se elimina del cuerpo, ya sea espontáneamente o gracias a un tratamiento.

La **exposición externa** se puede producir cuando un material radiactivo presente en el aire (polvo, líquidos o aerosoles) se deposita sobre la piel o la ropa. Generalmente, este tipo de material radiactivo puede eliminarse del organismo por simple lavado.

También puede resultar de la irradiación de origen externo (por ejemplo, la exposición médica a los rayos X). La irradiación externa se detiene cuando la fuente de radiación está blindada o la persona sale del campo de irradiación.

Las personas pueden estar expuestas a la radiación ionizante en circunstancias diferentes, en casa o en lugares públicos (exposiciones públicas), en el trabajo (exposiciones profesionales) o en un entorno médico (como los pacientes, cuidadores y voluntarios).

El daño que causa la radiación en los órganos y tejidos depende de la **dosis recibida**, o dosis absorbida, que se expresa en una unidad llamada gray (Gy). El daño que puede producir una dosis absorbida depende del tipo de radiación y de la sensibilidad de los diferentes órganos y tejidos.

Para medir la radiación ionizante en términos de su potencial para causar daños se utiliza la **dosis efectiva**. La unidad para medirla es el sievert (Sv), que toma en consideración el tipo de radiación y la sensibilidad de los órganos y tejidos.

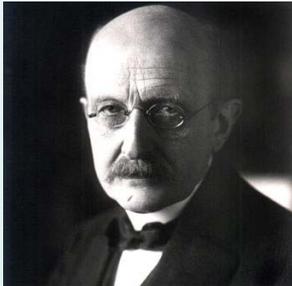
Tema 12.- Introducción a las técnicas de espectroscopia óptica

- 1. Fundamento.**
- 2. La radiación electromagnética (rem): propiedades y magnitudes características.**
- 3. El espectro electromagnético.**
- 4. Interacción de la rem con la materia: Origen de los espectros.**
- 5. Espectros de absorción y de emisión.**
- 6. Instrumentación en espectroscopia óptica.**
- 7. Clasificación de las técnicas de espectroscopia óptica.**

Interacción de la rem con la materia: Origen de los espectros

- **ESTADOS DE ENERGIA DE LAS ESPECIES QUÍMICAS**

Teoría cuántica
(Max Planck, 1900)



Los átomos, iones y moléculas sólo pueden existir en ciertos estados discretos, caracterizados por cantidades definidas de energía. Cuando una especie cambia su estado, absorbe o emite una cantidad de energía EXACTAMENTE igual a la diferencia de energía entre los estados.

Cuando los átomos, iones y moléculas absorben o emiten radiación al realizar la transición de un estado de energía a otro, la frecuencia ν o la longitud de onda λ de la radiación se relaciona con la diferencia de energía entre los estados por la ecuación:

$$E_1 - E_0 = h \nu = \frac{h c}{\lambda}$$

Interacción de la rem con la materia: Origen de los espectros

- **ESTADOS DE ENERGIA DE LAS ESPECIES QUÍMICAS**

Para átomos la energía de cualquier estado proviene del movimiento de los electrones alrededor del núcleo  **ESTADOS ELECTRÓNICOS**

Para moléculas, además de los **ESTADOS ELECTRÓNICOS**, también tienes **ESTADOS VIBRACIONALES**, asociados a la energía de vibraciones inter-atómicas, y **ESTADOS ROTACIONALES**, asociados a la rotación de la molécula alrededor de su centro de gravedad.



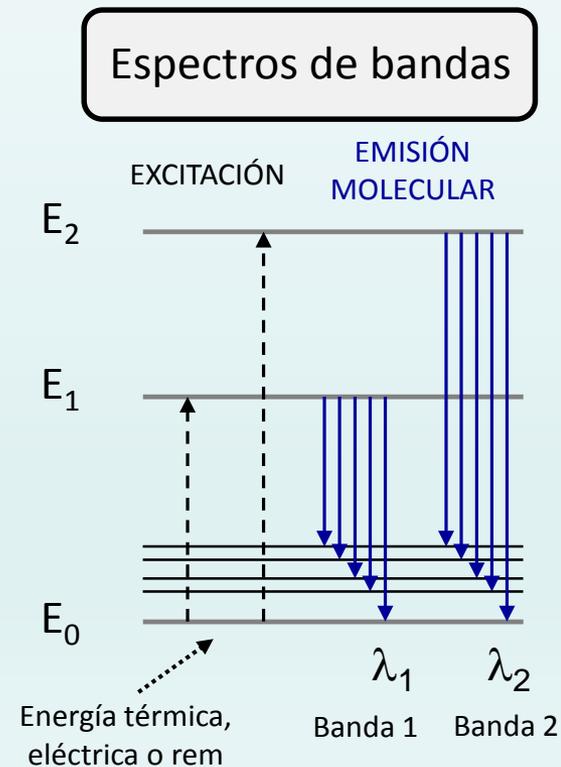
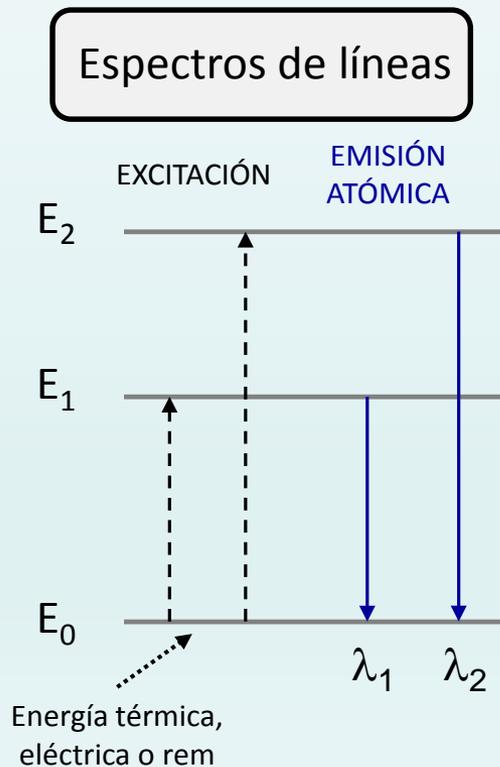
TIPOS DE ESPECTROS

Interacción de la rem con la materia: Origen de los espectros

- ¿QUÉ ES UN ESPECTRO?

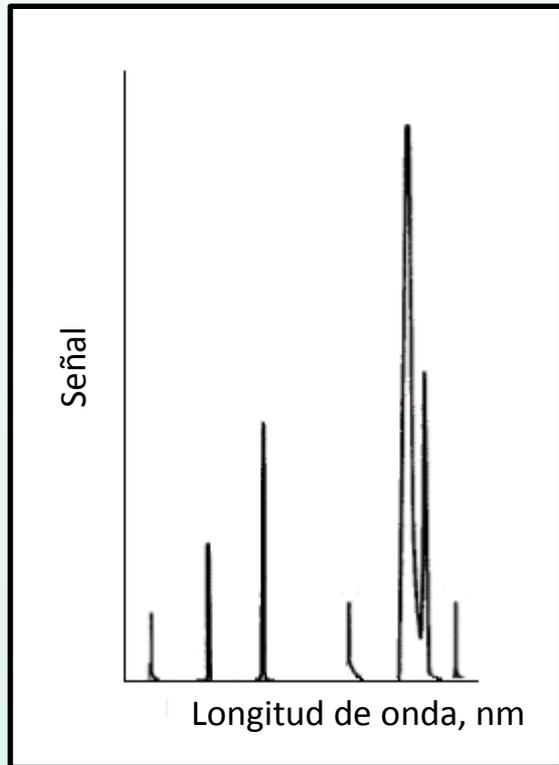
La representación gráfica de la distribución de la intensidad o potencia de la rem emitida o absorbida, en función de la frecuencia o de la longitud de onda de dicha radiación.

- TIPOS DE ESPECTROS

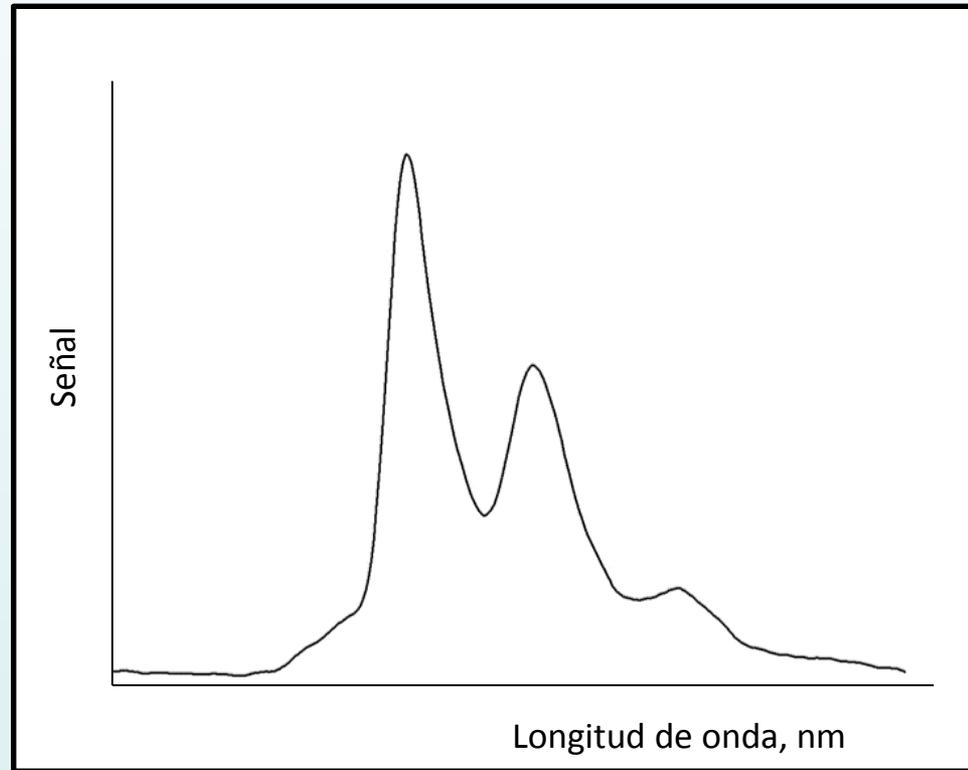


Interacción de la rem con la materia: Origen de los espectros

- **TIPOS DE ESPECTROS**



ESPECTRO DE LÍNEAS

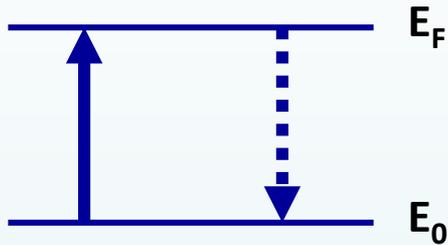


ESPECTRO DE BANDAS

Tema 12.- Introducción a las técnicas de espectroscopia óptica

- 1. Fundamento.**
- 2. La radiación electromagnética (rem): propiedades y magnitudes características.**
- 3. El espectro electromagnético.**
- 4. Interacción de la rem con la materia: Origen de los espectros.**
- 5. Espectros de absorción y de emisión.**
- 6. Instrumentación en espectroscopia óptica.**
- 7. Clasificación de las técnicas de espectroscopia óptica.**

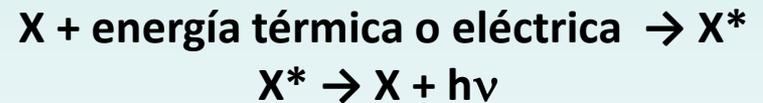
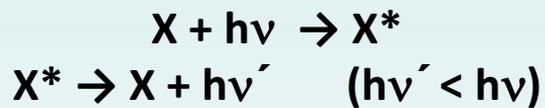
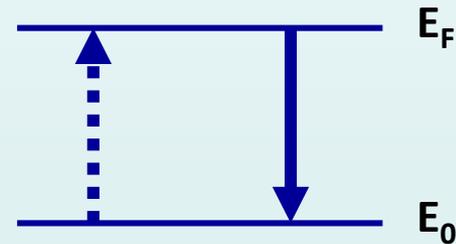
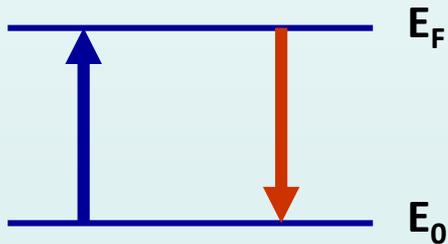
Espectros de absorción y de emisión



ESPECTROS DE ABSORCIÓN



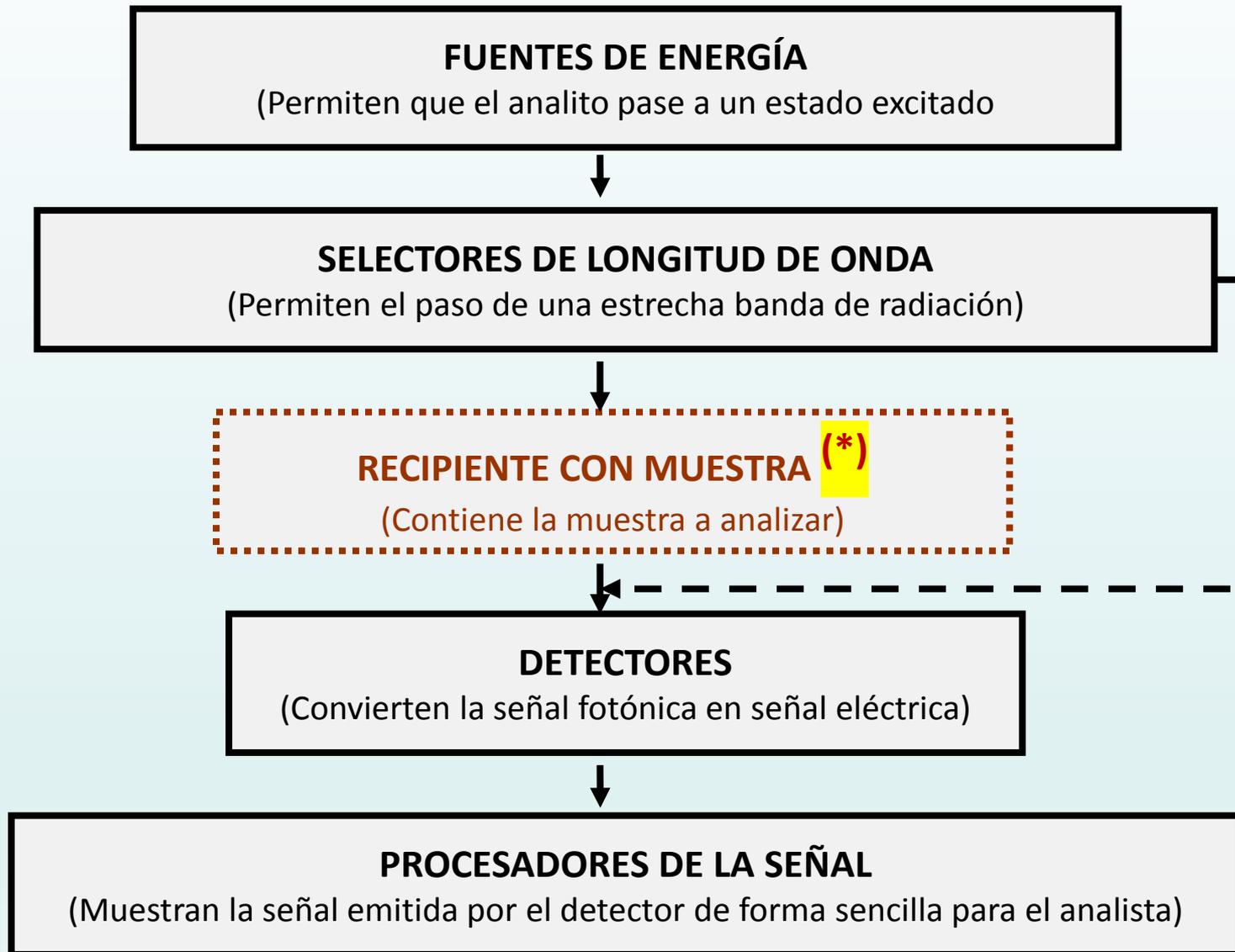
ESPECTROS DE EMISIÓN



Tema 12.- Introducción a las técnicas de espectroscopia óptica

- 1. Fundamento.**
- 2. La radiación electromagnética (rem): propiedades y magnitudes características.**
- 3. El espectro electromagnético.**
- 4. Interacción de la rem con la materia: Origen de los espectros.**
- 5. Espectros de absorción y de emisión.**
- 6. Instrumentación en espectroscopia óptica.**
- 7. Clasificación de las técnicas de espectroscopia óptica.**

Instrumentación en espectroscopia óptica



Instrumentación en espectroscopia óptica

- **FUENTES DE ENERGÍA**

- ✓ **FUENTES DE RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA**

- Continuas

- De líneas

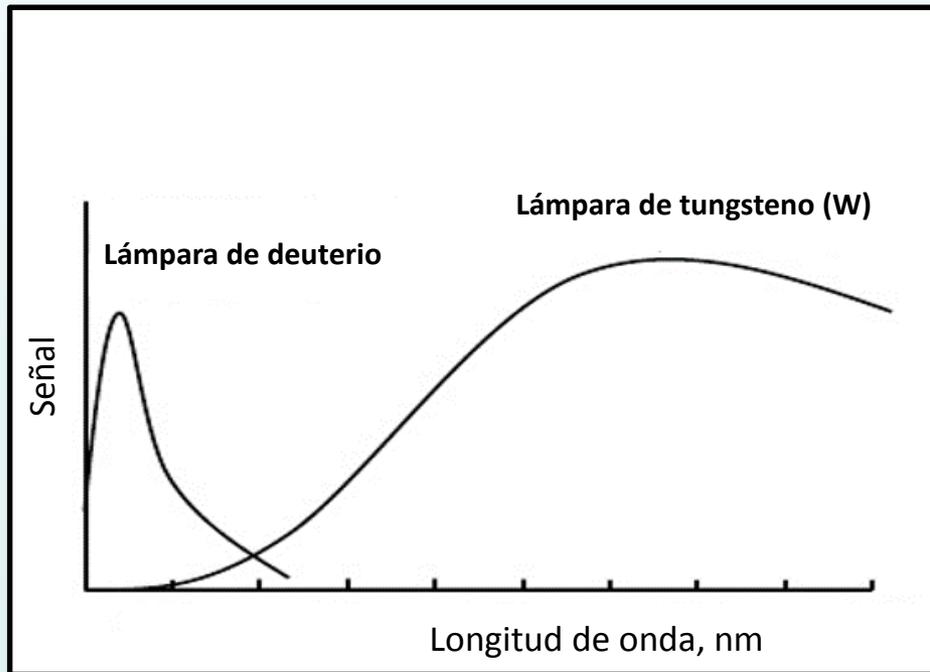
- ✓ **FUENTES DE ENERGÍA TÉRMICA**

- Llama

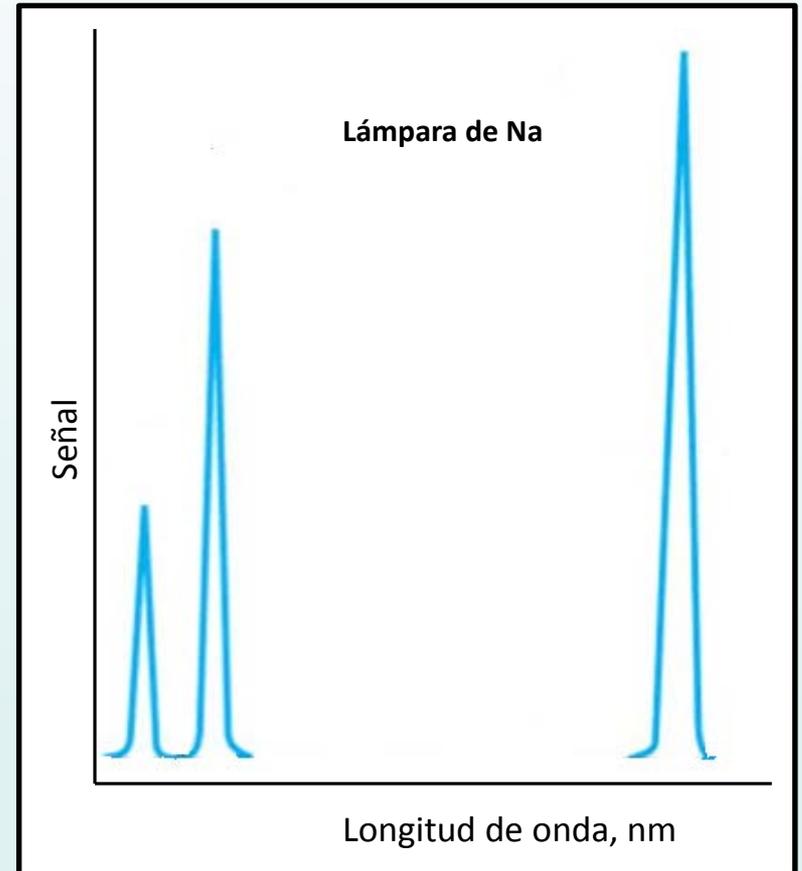
- Plasma

Instrumentación en espectroscopia óptica

✓ FUENTES DE RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA



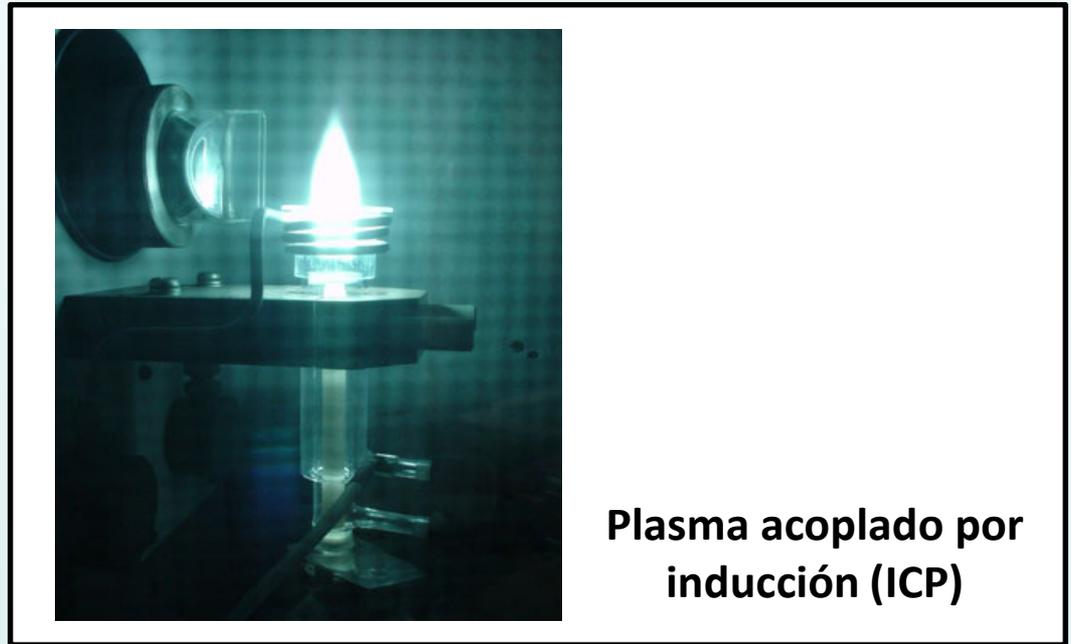
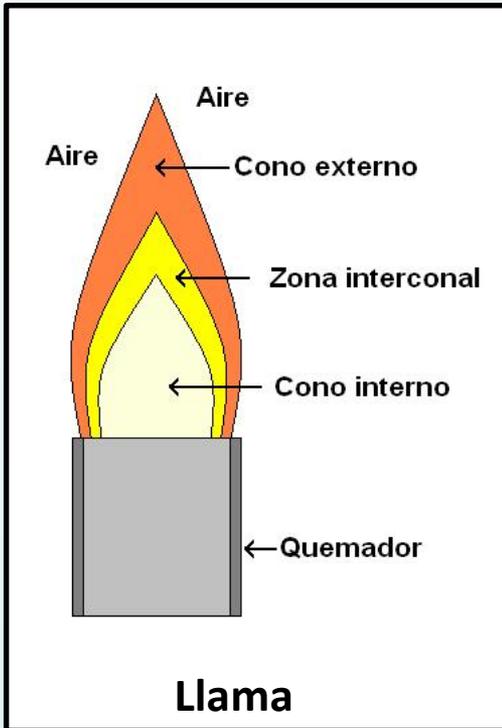
CONTINUA



DE LÍNEAS

Instrumentación en espectroscopia óptica

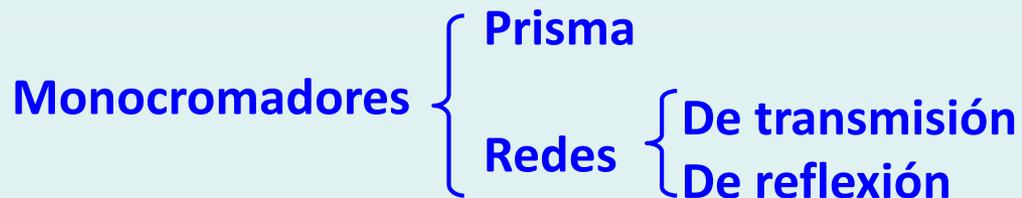
✓ FUENTES DE ENERGÍA TÉRMICA



Instrumentación en espectroscopia óptica

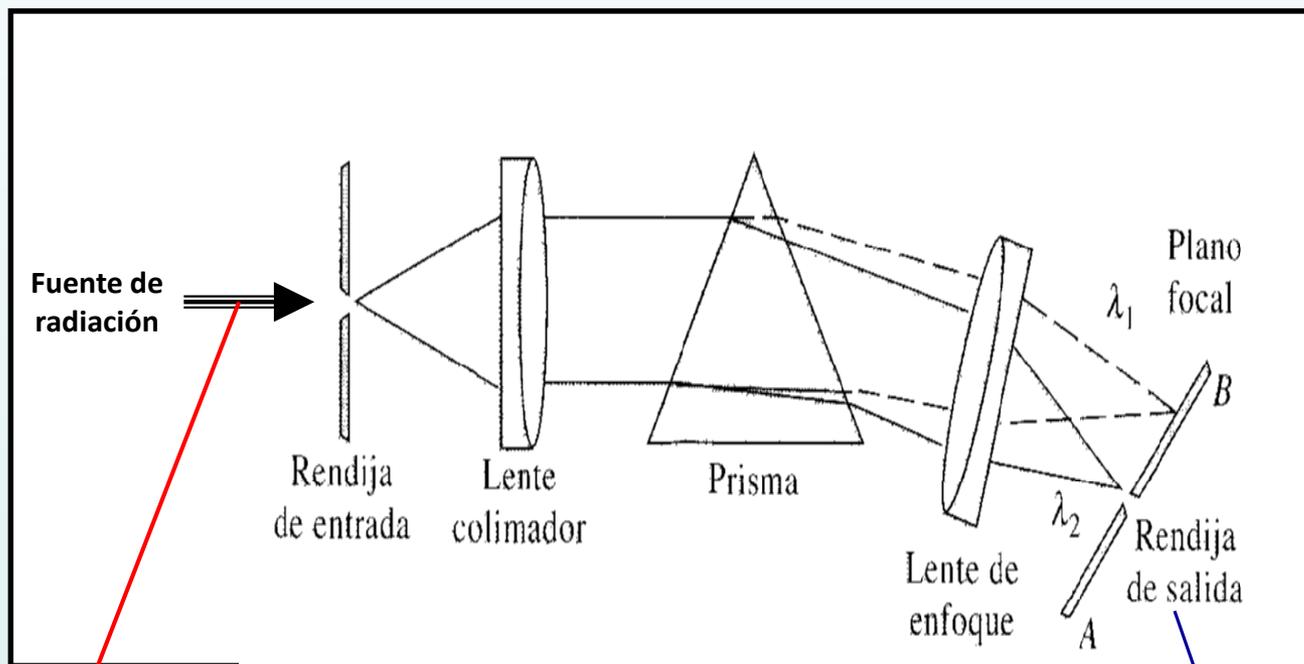
- **SELECTORES DE LONGITUD DE ONDA**

Permiten elegir una $\lambda \pm \Delta\lambda$ adecuada para la absorción o emisión de radiación



Instrumentación en espectroscopia óptica

- SELECTORES DE LONGITUD DE ONDA**



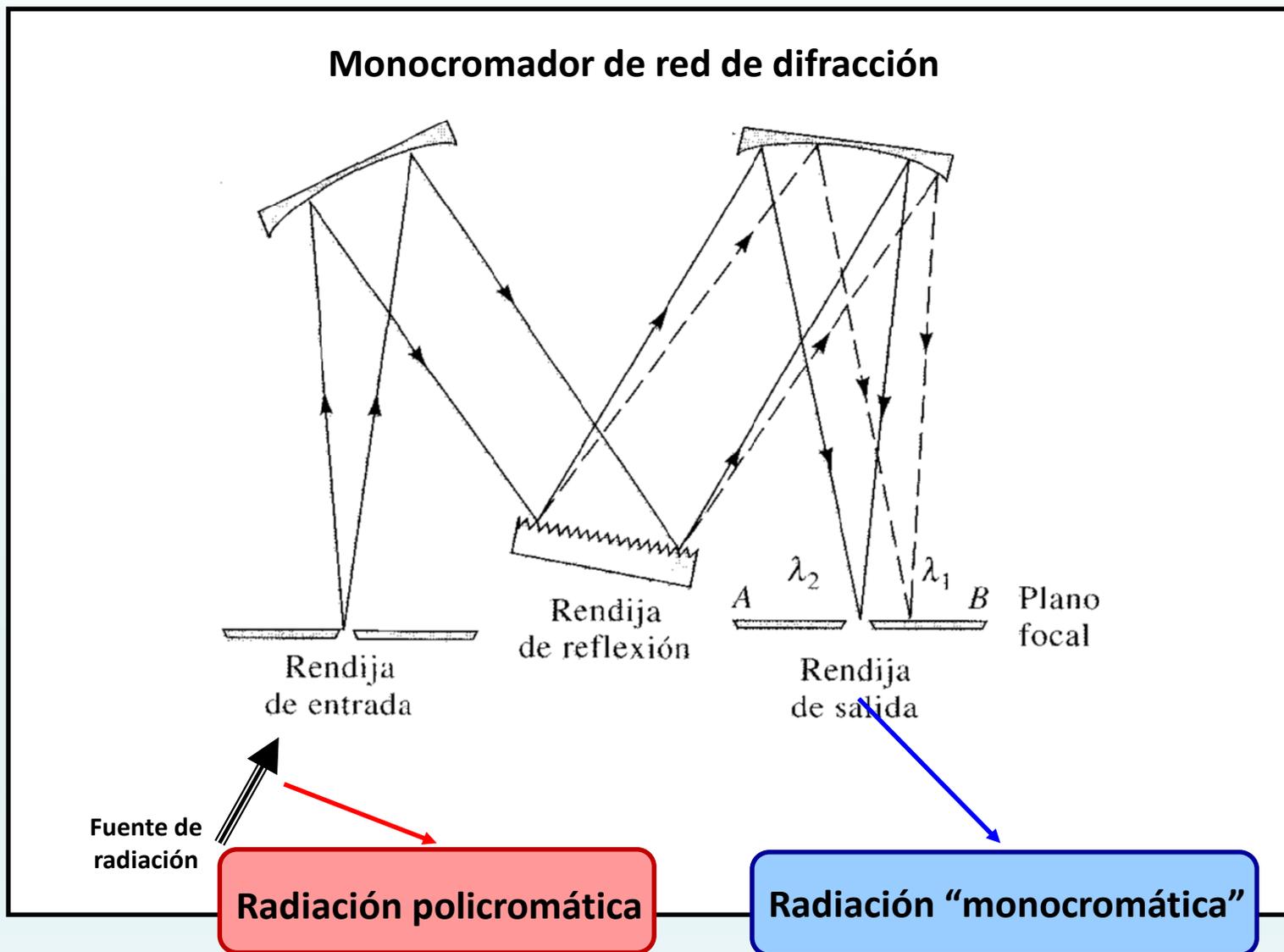
Monocromador de prisma

Radiación policromática

Radiación "monocromática"

Instrumentación en espectroscopia óptica

- SELECTORES DE LONGITUD DE ONDA**



Instrumentación en espectroscopia óptica

- **DETECTORES**

Son **TRANSDUCTORES** que convierten la energía radiante en una señal eléctrica.

Las propiedades ideales de un detector son:

- Alta sensibilidad en la región espectral de interés
- Elevada relación S/R
- Elevado tiempo de vida útil
- Respuesta rápida
- Señal proporcional a la intensidad o energía de la radiación

Instrumentación en espectroscopia óptica

- DETECTORES

- *Tipos de detectores*

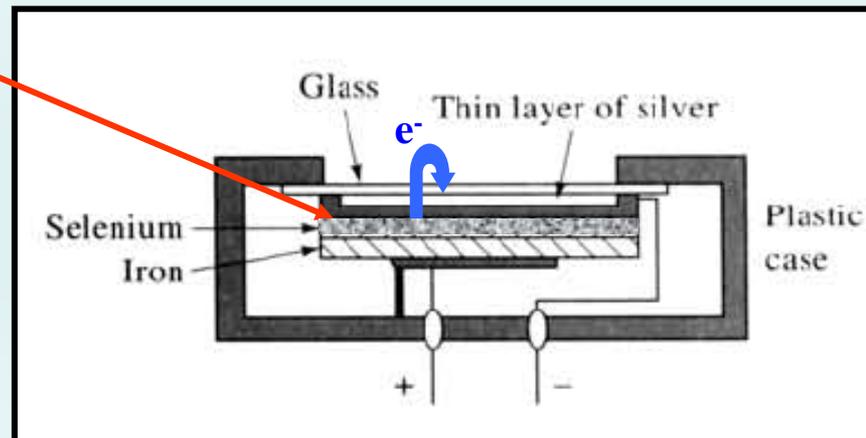
A) Célula fotovoltaica

USO: región del visible

VENTAJAS: sencillo, resistente, bajo coste

INCONVENIENTES: fenómenos de fatiga
no amplificación
respuesta variable con λ

rem



Instrumentación en espectroscopia óptica

- DETECTORES

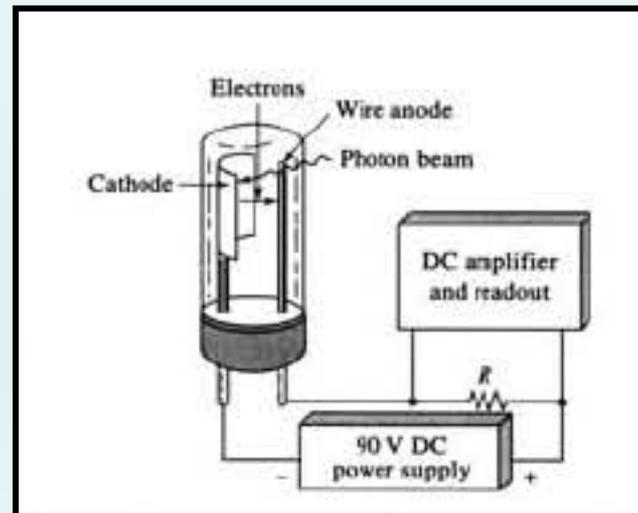
- *Tipos de detectores*

B) Fototubos

USO: UV-VIS

VENTAJAS: sencillo, amplificación, no presenta fatiga

INCONVENIENTES: respuesta variable con λ



Instrumentación en espectroscopia óptica

- **DETECTORES**
 - *Tipos de detectores*

C) Tubos fotomultiplicadores

USO: UV-VIS

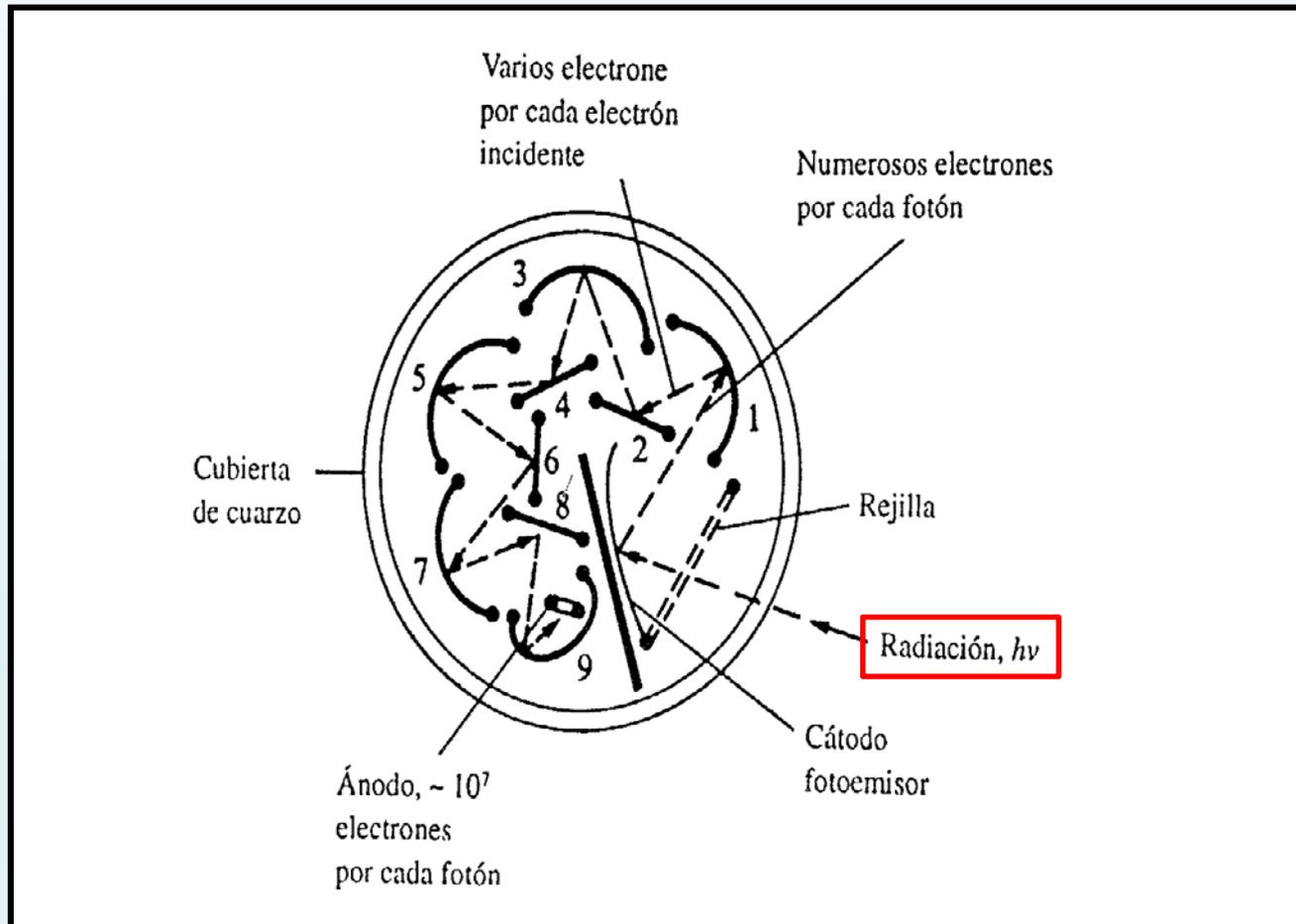
VENTAJAS: elevada sensibilidad, tiempo de respuesta rápido
auto amplificador

INCONVENIENTES: limitado a radiación de baja intensidad
ruido térmico

Instrumentación en espectroscopia óptica

- DETECTORES

- *Tipos de detectores*



Instrumentación en espectroscopia óptica

- DETECTORES

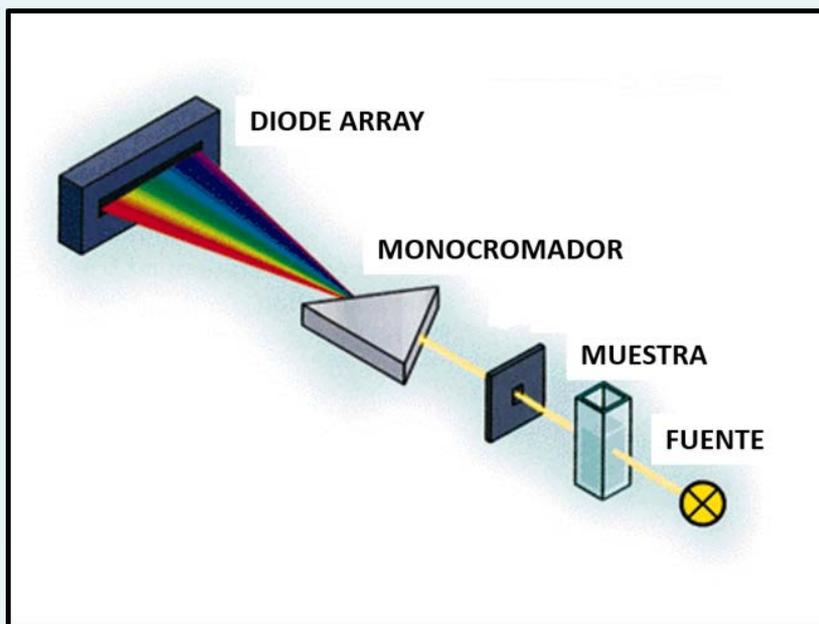
- *Tipos de detectores*

D) Sistema de diodos en línea (DIODE ARRAY)

USO: UV-VIS (190 – 1100 nm)

VENTAJAS: elevada sensibilidad, tiempo de respuesta rápido
detección multicanal

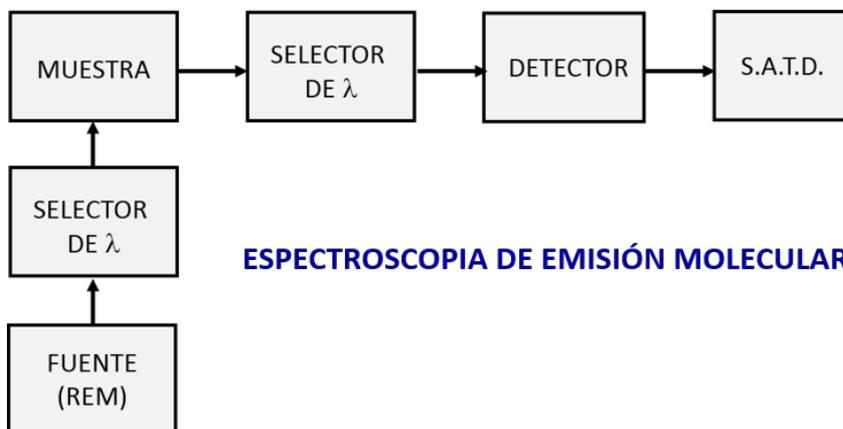
INCONVENIENTES: respuesta variable con λ



Instrumentación en espectroscopia óptica



ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN MOLECULAR



ESPECTROSCOPIA DE EMISIÓN MOLECULAR



ESPECTROSCOPIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA



ESPECTROSCOPIA DE EMISIÓN ATÓMICA

Diferente configuración según la técnica

Tema 12.- Introducción a las técnicas de espectroscopia óptica

- 1. Fundamento.**
- 2. La radiación electromagnética (rem): propiedades y magnitudes características.**
- 3. El espectro electromagnético.**
- 4. Interacción de la rem con la materia: Origen de los espectros.**
- 5. Espectros de absorción y de emisión.**
- 6. Instrumentación en espectroscopia óptica.**
- 7. Clasificación de las técnicas de espectroscopia óptica.**

Clasificación de las técnicas de espectroscopia óptica

Tipo de transferencia de energía	Región del espectro	Técnica espectroscópica
Absorción	Rayos γ	E de Mossbauer
	Rayos X	E de absorción de rayos X
	UV-Vis	E UV-Vis E de absorción atómica
	Infrarroja	E infrarroja E Raman
	Microondas	E de microondas E de resonancia de espín electrónico
Emisión	Rayos X	E de fluorescencia de rayos X
	UV-Vis	E de fluorescencia (molecular) E de fosforescencia E de emisión atómica E de fluorescencia atómica
	Ondas de radio	E de resonancia magnética nuclear

Clasificación de las técnicas de espectroscopia óptica

